

**MOLNÁR GYÖNGYVÉR – TURCSÁNYI-SZABÓ MÁRTA-
KÁRPÁTI ANDREA**

Az interaktív tanulási környezetektől a módszertani megújuláson át a kreatív önkifejezésig

ÖSSZEFOGLALÁS

A technológiával támogatott és a technológia adta új módszerek képesek arra, hogy alapjainban megváltoztassák a tanulást és az oktatást. Az eszközök oktatási integrációját több oldalról támogathatjuk, mindenképp szem előtt tartva, hogy ne a technológia maga határozza meg a változtatások irányát, hanem az legyen a változtatások katalizátora. Nem realisztikus elvárás, hogy az eszközök tantermi megjelenése automatikusan magával vonja azok produktív használatát, ezért minden új eszköz iskolákba telepítésének feltétlen kísérője kell, hogy legyen az új módszerek elsajátítása. Az oktatási informatika első három évtizedének legnagyobb problémája az, hogy az új technológia előbb érkezett az iskolába, mint a módszertani kultúra, amelyet támogattak az eszközök. A tanulmány célja a digitális technológiák adta új lehetőségek áttekintése a formális és informális tanulás és oktatás terén. Jó gyakorlatok bemutatásával szemléltetjük a technológia hatékony oktatási integrációjának lehetőségeit, érzékeltetjük, hogyan lehet/kellene a hatékonyság maximalizálása érdekében a módszertani repertoárt a kihívásokhoz igazítani, illetve milyen hatással vannak a digitális alkotó eszközök a fiatalok kreativitására és kifejezőképességére. Részletesebben írunk a 2013-ban létrehozott SMART School projektről, a személyre szabott oktatás és tanulás támogatásának lehetséges eszközeiről (eDia, eLea), a hazai tanárképzésben megjelenő innovatív kezdeményezésekről, továbbá a digitalizáció kreatív önkifejezésre gyakorolt hatásáról.

Kulcsszavak: technológia, oktatás, jó gyakorlatok, módszertani repertoár, digitalizáció, kreatív önkifejezés

BEVEZETÉS

A 21. századra jelentős mértékben megváltoztak az emberek kapcsolattartási, kommunikációs, vásárlási, szórakozási szokásai,

megváltozott az információhoz való hozzájutás módja és az értekesnek, versenyképesnek számító tudás. Az internet kiépülése és tartalommal való feltöltése alapvetően megváltoztatta a tudáshoz való viszonyunkat, a tudáshoz való hozzáférés lehetősége

it, költségeit, sőt fokozatosan háttérbe szorította a többi információforrás szerepét. A soha nem látott ütemű változások és új kihívások alapvető motorja a globalizáció, illetve a technológia egyre gyorsabb fejlődése (OECD, 2018), mely egyrészt számos új lehetőséget kínál a további fejlődés terén, másrészt egyre bizonytalanabbá teszi a jövőt.

Az elmúlt négy évtizedben alapvetően megváltozott a munkahelyek jellege. Túlsúlyba kerültek a magasabb képességszintű emberek foglalkoztatására alapozó munkahelyek, míg az alacsony képzettséggel is ellátható mechanikus munkafolyamatokat átvették, illetve folyamatosan átveszik a gépek, a technológia. Azok, akik 2019-ben kezdik az iskolát, várhatóan 2030 után lépnek ki a munkaerőpiacra. Az oktatásnak olyan munkákra, olyan technológiák használatára kell felkészíteni, amelyek ma még nem is léteznek. A World Economic Forum (2016) jelentése szerint az iskolát most kezdő diákok 65%-át érinti ez, azaz a diákok kétharmada ma még nem létező munkát fog végezni. Felmerül a kérdés, vajon milyen tudásra, ismeretekre, képességekre lesz majd szükségük? Hogyan tudja az iskola hatékonyan fejleszteni azokat? Hogyan tud az iskola megbirkózni ezzel a jövőre vonatkozó magas fokú bizonytalansággal, a változások 21. században tapasztalt ütemével? A technológiai fejlődés hogyan hat a ma felnövekvő generációk kreativitására, kifejezőképességére?

A probléma fontosságát mutatja, hogy az OECD egyik legújabb oktatási vonatkozású projektje (The Future of Education and Skills 2030 project) is ezekre a kérdésekre fókuszál (OECD, 2018). A kérdésekre adott válaszok között megoldási javaslatként kiemelt helyet foglal el

a személyre szabott oktatási környezet; a különböző tanulási tapasztalatok és lehetőségek összekapcsolása; a másokkal történő együttműködésen alapuló tanulás; az olvasás (literacy) és matematika (numeracy) alapvető szerepének változatlanága; a technológiai műveltség (digital literacy) és az adatkezelési műveltség (data literacy) fontossága. A diszciplináris tudás meghatározó szerepén túl, a már meglévő ismereteken túllépve összetettebb kihívásoknak kell megfelelni. Immár nélkülözhetetlen a tudás mobilizálhatósága, az új tudás létrehozását támogató képességek fejlesztése

nélkülözhetetlen a tudás mobilizálhatósága, az új tudás létrehozását támogató képességek fejlesztése

(pl.: transzverzális gondolkodási képességek, tanulás tanulása, önszabályozó képesség, kritikai gondolkodás, kreativitás, technológiai eszközök hatékony használata), a meglévő ismereteink adta

keretek, korlátok átlépése – „connect the dots” –, és a mindezt támogató tanulás iránti pozitív attitűd kialakítása.

A transzverzális képességek között kiemelt szerepet játszik a problémamegoldó képesség mint az emberiség egyik legfontosabb, fejlődését és túlélését meghatározó, a tanulás és a tanultak alkalmazásának egyik alapvető fontosságú képessége. A problémamegoldó képesség teszi lehetővé, hogy tetteink előtt gondolkodjunk, hogy olyan célokat, olyan megoldási lehetőségeket is megvalósítsunk, melyeket különben nem érnénk el, valamint, hogy a körülmények adta legjobb döntést hozzuk meg az adott problémaszituációban (Molnár, 2019). Komplex, ugyanakkor az egész életünket jelentős mértékben meghatározó, sőt a 21. század technológizált és gyorsan változó társadalmában egyre fontosabb szerepet betöltő képességről van szó (Molnár, Greiff és Csapó, 2013). A folyamatosan megújuló szoftveres és hardveres technológiák

állandó tanulásra és ezzel párhuzamosan folyamatos problémamegoldásra készítetnek minket. Ma már egyre természetesebb, hogy mindenki tudja kezelni automatizált környezetét, mobiltelefonját, háztartási eszközeit, autóját, a munkahelyén lévő technikai eszközöket.

Nem kétséges, hogy a technológia adta új módszerek képesek arra, hogy alapjaiban megváltoztassák a tanulást és az oktatást. Azokban az országokban, ahol a társadalom IDI indexe (ICT Development Index – IKT fejlődési index) magas (Island, Korea, Dánia, Anglia, Svédország, Finnország, Norvégia,

Hong Kong; *ITU*, 2017), vagy jelentős IDI index-növekedésen esett át (pl.: Thaiföld; *ITU*, 2017), az információs és kommunikációs technológiák az oktatás-tanulás szerves részévé is váltak. Ezen országok a

nemzetközi oktatási eredményeik (*OECD*, 2013) alapján, az OECD PISA-mérések élvonalában helyezkednek el (pl.: Finnország, Korea), vagy a jelentős fejlődést elért országok között vannak (l. Malajzia, Kazahsztán). Például a PISA-méréseken még Finnországot is jelentős mértékben megelőző Dél-Koreában (bármely terület tekintve) ma már kizárólagosan számítógépen tanulnak a diákok, a papíralapú tankönyvek megszüntetésével megvalósult az IKT teljes mértékű oktatási integrációja. Magyarország a 176 országot magában foglaló listán 2017-ben a 48. helyet foglalta el.

A tankönyvek és az oktatási segédanyagok papíralapúról digitálisra történő átállítása felvet egy lényeges kérdést: vajon ugyanolyan hatékonyan olvasunk papíralapú és digitális környezetben? A 21. századra a multimédiás eszközök és velük együtt a monitor, a kijelző az élet minden területére beköltözött. Számítógéppel dolgozunk

és tanulunk, mobiltelefonnal tartjuk családtagjainkkal és ismerőseinkkel a kapcsolatot, tableten, e-book olvasón olvasunk könyveket. De vajon tanulási szempontból (megértés és gyorsaság) mennyiben különbözik egymástól a papíron és a monitoron történő olvasás? (Jelen tanulmány keretein belül nem foglalkozunk a digitalizált és a digitális szöveg közötti különbségekből adódó eltérésekkel.)

Kong és munkatársai (2018) a két kutatási kérdés megválaszolásához elegendő információt szolgáltatott, főképp egyetemista diákok körében végzett 17 kutatás

metaanalízise alapján megállapította, hogy szövegértés szempontjából sikeresebbek vagyunk, ha papíron olvasunk, míg az olvasás sebességét nem befolyásolta az, hogy papíron vagy monitoron olvastak-e a kutatásokban

részt vevő hallgatók. A mintázatot nem befolyásolta az idő múlása, mind a 2013 előtt, mind az utána publikált tanulmányok alapján ezt a következtetést vonták le. Ugyanakkor egyre több publikáció születik a témában, melyek alapján bizonyos betűtípusok (pl. Verdana; l. *Hojjati és Muniandy*, 2014), illetve sortávolság biztosítása könnyítik a monitoron történő olvasást (pl. a dupla sorköz; l. *Dyson*, 2004). Az utóbbi kutatási eredményt *Ni* és munkatársai (2009) cáfolták, szerintük az életkor és az olvasási stratégia erősebb meghatározó tényezők. A tanulási folyamatok alaposabb megértéséhez a monitoron történő olvasásról további kutatások szükségesek, hiszen az ott megjelenő szövegek könnyen skálázhatók, formailag alakíthatók, ezzel is könnyítve és segítve a tanulás folyamatát.

Nemzetközi szinten egyre több kutatási bizonyíték áll rendelkezésünkre a technológia tanulás és tanítás minőségét növelő lehetőségéről (*Molnár és mtsai*,

a papíralapú tankönyvek megszüntetésével megvalósult az IKT teljes mértékű oktatási integrációja

2019). A technológia adta rögzítési, naplózási lehetőségek következtében (pl.: a MOOC (Massive Open Online Course) rendszerekben történő navigálás során minden rögzítődik) a létrejövő óriási adatbázisok, nagy adathalmazok (big data) adatbányászati technikákkal (educational data mining), tanulási analitikával történő elemzése (learning analytics) által egyre többet tudunk magáról a tanulás folyamatáról is (*Adesope és Rud*, 2019). Számos kutatás fókuszált és fókuszál a különböző típusú eszközök oktatási integrációjának hatékonyságára. A kutatási eredmények alapján megállapítható, hogy a mobileszközökön alkalmazott, oktatási célból fejlesztett, pedagógiai jól felépített szoftverek innovatív módszerekkel való ötvözésével és alkalmazásával érhető el a legjelentősebb minőségi változtatás és hozzáadott érték. Azonban az eszközök magukban, megváltozott módszertan és megfelelő digitális oktatási anyagok nélkül nem változtatják meg a tanítás és tanulás minőségét.

Mára már általánosan elfogadott, hogy a technológia fontos szerepet játszik az oktatás és tanulás átalakításában, átalakulásában, modernizálásában (*Molnár és Magyar*, 2015), de az országok jelentős részében, így hazánkban sem történt jelentős mértékű, országos szintű minőségi változás. Számos helyi – iskolai szintű; kutatócsoportokból induló; egyetemeken megvalósuló; projektekből induló, megvalósuló, majd a támogatási időszak után elhaló – kezdeményezést, jó gyakorlatot ismerünk, azonban a technológia oktatási integrációját országos szinten értékelő kutatások jellemzően az eszközök meglétére, az alkalmazás gyako-

riságára, típusára és az eszközhasználati szokásokra kérdeznek rá (*Molnár és Kárpáti*, 2012; *Molnár és Pásztor-Kovács*, 2015; *Hunya, Dancsó és Tartsayné*, 2006; *Hunya*, 2011, 2013, 2015; *European Commission*, 2013; *Wastiau, Blamire, Kearney, Quittre, Van der Gaer és Monseur*, 2013), magukat az eszközöket és kevésbé a tanulást és

a módszereket állítják középpontba. Ezek az Európai Unió dokumentumaiban is általánosan használt indikátorok ugyanakkor kevésbé alkalmasak a technológia oktatási integrációja szintjének átfogó és alapos leírására, jellemzésére.

az általánosan használt indikátorok kevésbé alkalmasak a technológia oktatási integrációja szintjének átfogó és alapos leírására, jellemzésére

ELSŐ KÖZELÍTÉS: A DIGITÁLIS TECHNOLOGIÁK OKTATÁSI INTEGRÁCIÓI – HAZAI FEJLESZTÉSEK, JÓ GYAKORLATOK

A technológia oktatási integrációja több lehetőséget kínál, mint bármely más, korábbi taneszköz: megvalósítja a többcsatornás ismeretközlést, a tudás új reprezentációs formáinak kialakítását, valamint növel(heti) a diákok tanulás iránti motivációját. A megfelelő szintű technológiahasználat számos egyéb tantárgyi kompetencia katalizátora is lehet. Empirikusan bizonyított, hogy akik rendszeresen használják a számítógépet, azoknak átlagosan magasabb az olvasási képességszintjük (*Pelgrum*, 2004). Azok a diákok, akik részt vesznek online beszélgetésekben, rendszeresen keresnek információt az interneten, azaz rendszeresen olvasnak digitális szövegeket, magasabb olvasási képességszinttel rendelkez-

¹ Náluk a digitálisan sokat olvasókhoz viszonyítva azonos mennyiségű papíralapú olvasást feltételeztünk.

A technológia és az információs tudástársadalom adta lehetőségek minél hatékonyabb kihasználásához több feltétel együttes teljesülése is szükséges, azok egymagukban nem oldják meg a problémákat. A technológiának a tanításba, tanulásba történő integrálását több oldalról támogatgatjuk – szem előtt tartva, hogy ne a technológia határozza meg a változtatások irányát, hanem a digitális eszközök legyenek a változtatások katalizátorai.

Nemzeti szinten a technológia oktatási integrációjára törekvés a digitálisan vezé nyelt „újraiskolázásban”, egy minőségileg más oktatásban valósítható meg (részletesen l. *Molnár*, 2011). A megvalósítás elengedhetetlen része a technikai feltételek megteremtése, folyamatos frissítése és a használatukhoz illesztett tanulási környezet biztosítása. Az integráció támogatásának egy lényeges eleme, hogy az eszközpark ne csak elzárt számítástechnika-termekben legyen elérhető, hiszen így a kereszttantervi kompetenciák fejlesztését célzó technológiai integráció csak abban az esetben valósulhat meg, ha az adott óra a fent említett termekben zajlik. Minden egyes tanteremben legyenek digitális eszközök. Azonban az sem realisztikus elvárás, hogy ha a technológia bekerül a tanterembe, a tanárok automatikusan elkezdik ezeket az eszközöket produktívan használni, ezért az új módszerek elsajátítása része kell, hogy legyen minden új eszköz iskolákba telepítésének. Az oktatási informatika első három évtizedének legnagyobb problémája ez: az új technológia előbb érkezik az iskolába, mint a módszertani kultúra, amelyet támogat. A továbbiakban néhány hazai jó gyakorlat bemutatásával szemléltetjük a technológia hatékony oktatási integrációjának lehetőségeit.

Hazai jó gyakorlat: a SMART School projekt

A technológia iskolai integrációjának hatékony kivitelezésére egy jó gyakorlat a Samsung 2013-ban létrehozott SMART School projektje. Ennek keretein belül nemcsak a hardveres felszereltség biztosítását valósították meg (két 20 fős interaktív táblás tanterem, a diákok és pedagógusok részére SMART tollal rendelkező Samsung tablet és billentyűzet), hanem a pedagógusok időbeosztásához igazodva, azok óráinak megismerésével és elképzeléseik figyelembevételével, jobbára egyénileg történő, csoportos technológiai műhelygyakorlatokkal kiegészített, 10 napos képzést is tartottak. Ezt követően egyrészt online mentorálás formájában támogatták a pedagógusok munkáját, minden hét végén részletes visszajelzést (ötleteket interaktív források és alkalmazások használatára) adva a következő heti óratervek kapcsán, másrészt havonta egyszer személyes látogatás keretében kaptak további segítséget. Három hónap elteltével mind a pedagógusok, mind pedig a gyerekek a legnagyobb természetességgel használták az eszközöket a hatékony tanulás érdekében, azt színessé, érdekessé téve, és így élvezetesen megtanulható és alkalmazható tudást szerezve a digitális technológiák segítségével.

Ez a pilot projekt nemcsak hazai viszonylatban számított sikeres innovatív kezdeményezésnek (*Rimányi*, 2016), hanem nemzetközi szinten is több elismerést kapott, többek között az IELA – International E-learning Award (Nemzetközi E-learning Díj) – arany fokozatát kapta mobiltanulás kategóriában. A projekt egy-

három hónap elteltével
mind a pedagógusok,
mind pedig a
gyerekek a legnagyobb
természetességgel
használták az eszközöket

értelműen azt bizonyította, hogy a magyar pedagógusok képesek a gyors, innovatív átállásra, ha a körülmények megfelelően támogatják a technológiai-pedagógiai-tartalmi tudásban való fejlődésüket.²

A személyre szabott oktatás és a tanulás támogatásának eszközei: az eDia és eLea-rendszer

Jól ismert, hogy jelentős különbség van az egy osztályba járó diákok között például tanulási ütem, mód, tudás- és képességfejlettségi szint tekintetében. A személyre szabott oktatás jelentős mértékben növeli a diákok motivációját, javítja teljesítményüket, valamint jelentős mértékű tanulási időt takarít meg. A személyre szabott oktatás megvalósításához azonban gyakori és pontos értékelésre is szükség van, amely lehetőséget ad arra, hogy a pedagógus tudja, melyik diák hol tart a különböző fejlesztési területeken. A hagyományos értékelési formák alkalmazása időigényes és az emberi becslési képesség korlátaiból fakadóan nem elég pontos és hatékony (Molnár és Csapó, 2019a).

A Szegedi Tudományegyetem Oktatásméleti Kutatócsoportja által fejlesztett online értékelő rendszert, az eDia-t már az ország több mint 1000 általános iskolájában alkalmazták, alkalmazzák. A rendszer több mint 20.000 multimédiás feladata, az objektív viszonyítási pontokkal, országos sztenderdekkel ellátott részletes, szöveges, egyénre szabott visszacsatolást is biztosító visszajelentései olyan eszközöket adnak a pedagógus kezébe, amelyekkel hatékonyabban láthatja el személyre szabott fejlesztő munkáját (Molnár és Csapó, 2019a; Csapó és Molnár, 2019; Molnár, Turcsányi-Szabó és Kárpáti, 2019).

A rendszerben futó olvasási, matematikai és természettudományos feladatok fejlesztése mögött egy komoly elméleti keretrendszer van, ami egy háromdimenziós tanulásmoddellen alapul (Csapó, 2010). A modell elkülöníti egymástól a tudás diszciplináris, alkalmazható és gondolkodási dimenzióit. A fejlesztő munka jelenlegi stádiumára ezt a modellt tág életkori intervallumban empirikusan validálták (Molnár és Csapó, 2019b, 2019c), azaz ténylegesen elkülöníthető egymástól a diákok szaktárgyi tudása, annak alkalmazhatósága, illetve az adott kontextusban vizsgált gondolkodási képességük fejlettségi szintje. Nem biztos, hogy akinek kiemelkedő a szaktárgyi tudása, azt magas szinten tudja alkalmazni, sőt, hogy az adott területen hatékonyan oldja meg a gondolkodást igénylő problémákat.

A rendszer alkalmazásával mind a három dimenzió kapcsán megvalósítható az esetleges lemaradások pontos jelzése, ami segítheti az oktatás személyre szabását. Az eDia-rendszer végleges formájában lehetővé teszi majd a személyre szóló, adaptív tesztelés megvalósítását. Ennek feltétele azonban, hogy ismerjük az eDia feladatok empirikus mutatóit – pl. nehézségi indexét (Molnár és Csapó, 2019a). Az eDia-rendszer tantermi alkalmazása nem igényel különleges hardveres vagy szoftveres környezetet (Molnár és Csapó, 2019a). Az eDia Partneriskolai hálózatában lévő iskolák számára a csatlakozáshoz mindössze egy általános internetes böngésző és internetkapcsolat szükséges.³

Az eDia-rendszer korábbiaknál is hatékonyabb tanórai integrációját támogatja a 2018 óta elérhető eDia tanári teszt modul.⁴ A modulban az ingyenes regisztrációt követően a pedagógusok a rendszerben

² <https://www.slideshare.net/Turcsi/tabula-cognita-tabletek-a-tanulshoz>

³ Lásd: <http://edia.hu>

lévő matematika-, olvasás- és természettudományos feladatok szűrése, kiválogatása után maguk állíthatják össze mérő vagy fejlesztő (drillező) tesztjeiket. Utóbbi esetén nemcsak a teszt végén, hanem minden egyes feladat után visszajelzést adunk a diáknak arról, hogy helyes vagy helytelen volt-e megoldása, majd helytelen megoldás esetén ismételt, de legfeljebb háromszor megkapja megoldásra a feladatot.⁵

A személyre szabott technológia alapú fejlesztésekhez kínál eszközöket az eDia fejlesztő párja, az eLea-rendszer. Az eLea-rendszer nagy számú játékos online fejlesztő feladat kezelését (szerkesztését, tárolását, kikövetítését, a válaszok azonnali javítását, majd visszacsatolását) képes igen nagy flexibilitás mellett el látni. A rendszer fejlesztése 2016-ban a tanári teszt modul fejlesztő tesztjeivel indult. Az azóta eltelt időszakban számos funkcióval és játékos online fejlesztő játékkal bővült (lásd edia.hu/elea). A fejlesztő játékok alkalmazása bármely internettel és egy általános böngészővel rendelkező eszközzel lehetséges. A felhasználóbarát feladatszerkesztő modulban mind első (hagyományos feladatokhoz hasonló), mind második (multimédiás elemekkel bővített), mind harmadik generációs (interaktív, dinamikusan változó elemeket tartalmazó) fejlesztő feladatok fejlesztése is lehetséges (Molnár, Pásztor és Csapó, 2019). Az eDia és az eLea-rendszer közötti alapvető különbség, hogy míg az elsőben a teszt végén kapnak azonnali visszacsatolást a diákok a teljesítményük-

ről, addig az eLea-rendszerben feladat- és itemszinten is megvalósítható az azonnali visszacsatolás, mintegy alapot képezve a személyre szabott, individualizált fejlesztésekhez.

Innováció a tanárképzésben

A hatékony technológiahasználathoz szükséges ismeretek, képességek, kompetenciák fejlesztése minden egyes tantárgy feladata (U.S. Department of Education, é. n.). Ez jelentős kihívás elé állítja a tanárképzést,

nemcsak a teszt végén, hanem minden egyes feladat után visszajelzést adunk a diáknak arról, hogy helyes vagy helytelen volt-e megoldása

miután a technológiai eszközök hatékony integrációjához nem elegendő az eszközök használatának megtanítása. Még az sem elegendő, ha a tanárok, illetve leendő tanárok megismerik a különböző webes alkalmazásokat, megtanulják, hogyan al-

kalmazhatók azok a mindennapi tanítás során, illetve gyakorlottá válnak multimédiás anyagok magas színvonalú készítésében. A folyamatot nehezíti a technológia gyors fejlődése, változása, aminek hatására nemcsak egy eszköz használati módját, hanem egy új típusú, nyitott gondolkodásmódot is el kellene sajátítani. A technológia gyors változása következtében valószínű, hogy amikor az adott eszközt, szoftvert használni kezdik, az a fejlesztések következtében már jelentős mértékben átalakul. A technológiai változásokhoz való alkalmazkodáshoz jelentős mértékű szerepváltásra van szükség mind a tanár, mind a diák szemszögéből nézve.

⁴ Lásd: <http://teszt.edia.hu>

⁵ Az eDia rendszer technológiai kereteiről, a diagnosztikus értékelés és személyre szóló fejlesztés tágabb kérdéseiről l. Molnár és Csapó (2019a, 2019b), Csapó és Molnár (2019). A rendszer iskolai alkalmazásával kapcsolatos információkat l. az eDia honlapján (edia.hu).

A jövő generációjának nemcsak a leendő foglalkozásait nem ismerhetjük, de leendő problémáival sem igazán vagyunk tisztában, és természetesen a válaszok helyességét sem tudjuk megítélni. Így számukra az jelentheti a leghatékonyabb felkészülést, ha nyíltvégű problémamegoldó feladatokban próbálhatják ki saját modelljeik, stratégiáik eredményeit, hogy a különböző csoportokból származó megoldásokat alaposan elemezve együttesen juthassanak logikai alapon egy közösen elfogadható konklúzióig. Mindehhez fel kell használniuk az elérhető forrásokat, szaktárgyi tudásuk révén azokat kritikusan megszűrve kell kollaboratív módon építeni modelljeiket, mely során elengedhetetlen egy pozitív kommunikációs légkör, a kreatív meglátások nyitott befogadása, a szociális együttműködés aktív gyakorlata. A tanárképzés innovációja elsősorban ezt a megújult hozzáállást feltételezi. Ugyanakkor a korosztályok számára releváns feladatokkal való megküzdésnél az egyéni készségek és képességek figyelembevételével kell kezelni a „szereposztást”, hogy az egyének aktív szerepet vállalhassanak a munkamegosztásban. Ehhez olyan feladatok/források/projektek kezdeményezésére van szüksége a közoktatásnak, amelyekhez való csatlakozással/hozzáféréssel az új szemléletet képviselők helyben is akcióba lendülhetnek. Ilyenek lehetnek az ipar high-tech laborjai, a múzeumok adta esztétikailag is hívogató univerzumai, de igazából bármely olyan kezdeményezés, amely nyitott és érdekelt a jövő munkavállalóinak minél kiműveltebbé, együttműködőbbé

és kreatívabbá formálásában (Turcsányi-Szabó, 2006, 2011).

Az ELTE Informatikai Kar T@T laborjának⁶ projektjei, a laborban tartott speciális kurzusok és műhelyfoglalkozások különböző szakterületekről jövő hallgatókat fogadnak be egy közös tanulási közösségbe interaktív tanulási környezetek és módszertanok fejlesztése céljából. A tanárképzés órái keretében létrejövő projektmunkák a közoktatás innovációját és

annak fenntarthatóságát segítik elő (Turcsányi-Szabó, 2006), így például:

- az e-Hód⁷ projekt hozzájárul az informatikai gondolkodás fejlesztéséhez (Pluhár, 2018);
- a micro:bit program⁸ játékos, kreatív és inter-

aktív módon segít közelebb hozni a gyerekekhez a digitális világot és a programozást (Abonyi-Tóth, 2018);

- a TeaM Kihívás játéksorozata⁹ a számítógéppel segített komplex problémamegoldás folyamatát fejleszti (Turcsányi-Szabó, Bedő és Pluhár, 2006);
- a KISLOGO és a multimédiális TeaMeseszerkesztő (Kalas, 2012) az óvodás korosztály informatikai gondolkodását és kreatív önkifejezését segítette elő, amelyet a hasonló jellegű Scratch Jr. és a Scratch felületeken való élményszerű alkotás módszertanával lehet továbbfejleszteni;
- a Virtuális Valóság projektek¹⁰ a kiterjesztett és virtuális valóság különböző eszközein keresztül segítik a megértést és önkifejezést.

⁶ Lásd itt: <http://tet.inf.elte.hu>

⁷ <http://e-hod.elte.hu/>

⁸ <http://microbit.inf.elte.hu/>

⁹ <http://matchsz.inf.elte.hu/kihivas/>

¹⁰ <http://matchsz.inf.elte.hu/VVprojekt/>

A T@T Kuckó¹¹ mint technológia-gazdag játszótér/„maker space”, a formális és informális tanulás/alkotás terepe nyitott a külső együttműködésekre is. Ilyenek például az ARM „micro:bit botorkálás” kezdeményezése,¹² az előbb ismertetett Samsung SMART School projekt megvalósítása, a Mobility¹³ digitális élményközpont modelljének megvalósítása, a Vasarely 3.0 kiállítás eszközeinek megalkotása,¹⁴ illetve Emil, a robot¹⁵ magyar adaptációjának kialakítása.

E folyamat támogatása céljából 2006-ban a Szegedi Tudományegyetem, szorosabban annak Oktatásméti Kutatócsoportja a Microsoft támogatásával felépítette a különböző munkaformákra és modern eszközök használatára optimalizált Jövő Tantermét (*Molnár, 2007*), amit azóta különböző pályázati források segítségével újjáépített, biztosítva, hogy a leendő pedagógusok otthonos, korszerű felszerelésű, a tanítási-tanulási folyamatot segítő környezetben sajátítsák el a technológiai eszközök hatékony oktatási integrációjának módjait (pl.: progresszív oktatási módszerek, digitális tananyagfejlesztés, eszközhasználat). A technológiai eszközök terjedésével, természetessé válásával várható, hogy a tanárképző intézetekben, egyetemen, közép- és általános iskolában is egyre elterjedtebb lesz a „Bring your own device” (BYOD; „Hozd be saját eszközödd!”) megközelítés (*McLean, 2016*) – egyre természetesebbé téve a technológia mint eszköz tanulásban való használatát, összekapcsolva a formális és informális tanulási tereket.

Szemléletváltás a módszertanban

Gyakran a szemléletváltás gyakorlati megvalósítása a legnehezebb, hiszen egy eszköz befogadása önmagában is kihívást jelent, és egyszerűbbnek tűnik a már megszokott módszertan alkalmazása a tanítási gyakorlatban. Pedig a módszertan sokszor nagyobb innovációra képes bármilyen fejlett technológiai megoldás bevezetésénél.

a módszertan sokszor nagyobb innovációra képes bármilyen fejlett technológiai megoldás bevezetésénél

egyes gondolkodási szintjeivel párosított applikációkat ábrázoló, az interneten megjelenő divatos infografikákat). Ezek félrevezethetik a tanárokat és abban erősíthetik meg őket, hogy egy adott eszköz alkalmazása az okta-

tásban eleve a vele párosított módszertan alkalmazását is magában foglalja (*Turcsányi-Szabó, 2011*).

A lényeg nem az eszközhasználat tényében rejlik, hanem abban, milyen feladatot/tevékenységet hajtunk végre általa, és az a tevékenység milyen művelési szinttel azonosítható. Tehát a módszertan az elsődleges. Természetesen fontos voltában követi azt a kiválasztott tevékenységhez legjobban illeszkedő eszköz alapos megválasztásának kihívása. Pontosan ezért olyan jelentős lépés például a tanárképzésben létrehozott projektek megosztása a nyílt közösségekkel, hiszen ez már egy felelősségteljes tudásmegosztást eredményez, másokat is bevon (kritikájukat fogadva) az innováció elterjedésébe (*Turcsányi-Szabó, 2011*).

¹¹ <http://tet.inf.elte.hu/tetkucko/>

¹² <http://www.edisonplatform.hu/edison100/microbit-botorkalas/>

¹³ <http://mobilis-gyor.hu/rolunk>

¹⁴ https://vasarely.hu/vasarely_muzeumpedagogia/artweek-123087

¹⁵ <https://www.robotemil.com/>

Hasonlóan, sokféle robot/programozási környezet terjedt el az algoritmizálás bevezetésére, ám egy-egy villanásnyi élmény a számítógépes kontroll felett nem tud építkezésre alkalmas informatikai gondolkodást létrehozni. Sőt, némely – látszólag élvezetes – tevékenység akár kárt is okozhat az informatikai készségek megalapozásakor. A tévedéseket pedig később igen nehéz korrigálni.

Az informatikai ismeretek holisztikus felépítésének célját tüzték zászlajukra az Emil robotot tervező Kalas és munkatársai (Kalas, 2018) az általános iskola 3. osztályosainak szánt fejlesztéseik során, s ezzel párhuzamosan készülnek már az ezt megelőző és követő korosztályok számára is anyagok. (Erről szóló írásuk magyar nyelvű változata mostanában jelenik meg a *Katedra* folyóiratban.¹⁶) Elsődlegesen az informatika holisztikus megközelítésére helyezik a hangsúlyt, hogy a tanulók az életkoruknak megfelelő fejlettségi szintjükhöz illeszkedően megszerzett ismereteik segítségével képesek legyenek transzverzálisan modellezni a körülöttük lévő világot, hogy azt átható informatikai ismereteik révén jobbá tehesék. Nem maga az „Emil, a robot” szoftver a különleges (bár kidolgozási módja évtizedes tapasztalatokra épül), hanem az a módszertan, amelynek használatára készítet:

- Emil robotnak dinamikusan változó (funkcionalitásukban építkező jellegű) intuitív környezetekben kell megoldania különböző, a korosztály világához közelálló feladatokat.

- A feladatok megoldására nem csak egyetlen megoldás lehetséges (visszajelzést ezért nem is kapnak a helyességét illetően): van feladat, aminek több megoldása is lehetséges (értelmezés kérdése) és van, aminek nincs is megoldása.
- A feladatokat nem egyedül, hanem párokban oldják meg a tanulók, megoldásaikat megvitatják a többiekkel is.
- A figyelem megoszlik a képernyő és a munkafüzet között – a tanuló együtt vagy váltakozva figyel ezekre –, így a kü-

lönböző médiumok késztetéseire épülnek a feladatok.

- Emilt ívelt fejlődési szinteken keresztül kontrollálhatja a felhasználó a direkt mani-

pulációtól, a belső kontrollon át a külső kód megjelenítéséig és annak végrehajtásáig, majd a kódok optimalizálásáig.

- Az egyre komplexebb feladatok megoldása legalább olyan fontos, mint a szabad alkotási folyamat ebben a három, gyűjtögető-végrehajtó-alkotó feladatkörökre koncentráló, ezekre a célokra kialakított világban.

Látható, hogy ez a szemléletváltás valóban innovatív lépést jelenthet a jövő generációjának felkészítésében abban, hogy (ha mi nem is tudunk konkrétumot) a változó környezetekben való helytállásért aktív gondolkodási stratégiák kollaboratív tudásépítésével, a „soft skill”-ek megerősödésével azt maguk is ki tudják majd alakítani, mint ahogy a művészetek területén ez a fajta átalakulás már megmutatkozik.

¹⁶ www.katedra.sk

MÁSODIK KÖZELÍTÉS: DIGITALIZÁCIÓ ÉS KREATIVITÁS

A digitális művészet mintegy másfél évtizede jelent meg az iskolában, de már fél évszázada a múzeumokban látható, része lett a művészet kortárs történetének. A digitális képkalkotás az 1960-as évek közepe óta elterjedt művészeti kifejezőmódnak számít, saját fesztivállal (Ars Electronica, Linz,¹⁷ l. ars.electronica.art) és saját múzeumokkal (pl. Zentrum für Kunst und Medien, Karlsruhe)¹⁸, l. zkm.de). A Vizuális kultúra

tantárgy tantervi programjában 2007 óta jelen van a művészi (multi)média, a *Nemzeti Alaptanterv* 2018-as tervezetében pedig a mozgóképes műfajok és médiaelemzési ismeretek széles

köre is ebben a tantárgyban kapott helyet. A hagyományos műfajok digitális újraértelmezései közül a digitális grafika, animáció és videófilm; a mail art (a művészen megformált levél vagy képeslap digitális változata) és a 3D nyomtató segítségével térbeli alakot öltött, számítógépen tervezett szobor széles körben megjelent már a vizuális nevelésben is.

Az informatikai módszerekkel készült „gyermekrajzok”: az egyszerű és átalakított *digitális portrék*, a videónaplók (*vlogok*) és az élethelyzeteket rögzítő mozgóképek, az adatsoroknak arcot adó *infografikák* pedig az elmúlt évtizedekben egyre inkább természetes kifejezési formákká váltak a fiatalok képi kommunikációjában. A Rajz és Vizuális Kultúra Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny (közkeletű rövidítés: Rajz OKTV) már tíz éve külön kategóriában ad módot informatikai eszközökkel

készült alkotások nevezésére. Az utóbbi években több ilyen verseny is megjelent, például a Digitális Rajzpályázat, a Digitális Kárpát-medence Rajzpályázat és a Digitális Jövő Rajzpályázat. Az itt szerzett tapasztalatok nyomán kimondható, hogy a legtöbb rajz tagozatos iskolában már ismert műfaj a *digitális installáció*, vagyis a valós térben, valódi tárgyakat (képeket, szobrokat, iparművészeti alkotásokat vagy éppen köznap használati cikkeket) és képernyőkön megjelenített, virtuális álló vagy mozgóképeket tartalmazó mű-együttes. S néhány művészeti középiskolákban már

a legtöbb rajz tagozatos
iskolában már ismert műfaj
a digitális installáció

megjelentek az új digitális műfajok közül a *művészi programkód* – amely egy mozgó-változó digitális grafika kompozícióját határozza meg, illetve a *kollaboratív multimédia* –

amely közös platformon, egymástól távol lévő alkotók együttműködésével létrejött, szöveget, képet és hangot integráló mű és a virtuálisvalóság-technológiával műalkotássá formált *digitális élettér* (Taylor és Carpenter, 2007).

A művészetben már elfogadott, a kamaszkultúrában népszerű digitális játékok képi világát továbbgondoló „*mély játék*”, amelyben az esztétikai élmény a narratívában, a karakterek megformálásában és a hátterekben ölt testet, a vizuális nevelés számára különösen fontos lehet. Akárcsak a *csopartos tervező játékok*, mint a SimCity és változatai, illetve az oktatási változatában a tervezés alapú gondolkodás (*Design Thinking*) elsajátítására nagyszerű lehetőséget kínáló MineCraft. A sokmillió játékos közösséget megmozgató játék „túlélési” és „kreatív” változatban is játszható, az utóbbiban bőséges eszköztár segíti saját

¹⁷ Lásd: <http://ars.electronica.art>

¹⁸ Lásd: <http://zkm.de>

épitmények megvalósítását – ami néha rombolással, átépítéssel is jár, akárcsak a valódi tervezői helyzetek (*Overby és Jones, 2015*).

A 21. század vizuális művészete egyre inkább közösségi alkotás, amelyben a magányos zenit az egymást inspiráló csoporttagok váltják fel. Ez a kollektív kreativitás megjelenik az új médiaműfajokban is. Az *interaktív installáció* olyan mű, amelynek nézője lehetőséget kap arra, hogy maga is formálja a látványt: módosítsa a színeket, új képelemekkel saját kompozíciót hozzon létre. Közöségi részvételen alapuló műfaj az *autobotográfia* is: olyan performansz (a színház és a képzőművészet eszközeivel egyaránt élő előadás), amely webkamera segítségével jut el nézőihez (*Blais és Ippolito, 2006*). A szövegalkotó képesség fejlesztésére kidolgozott *digitális történetmesélésben* is sok a vizuális nevelési lehetőség, annál is inkább, mivel ez a műfaj a képi memóriát éppolyan hatásosan fejleszti, mint a verbális kommunikációt. (*Çirali és Koçak Usluel, 2015*).

Valamennyi új médiaműfajban közös, hogy a technika csak lehetőség, nem középponti elem. Marshall McLuhan sokat idézett megállapítása: „a média az üzenet”, amely 1964-es, beszédes című könyvében, *A média megértése: az ember kiterjesztésében* szerepel, már csak korlátozottan érvényes. Az üzenet az emberi minőség kifejezése, a média ehhez mindössze közérthető és elérhető platformot ad. A rajzolás mesterségét ügyességgel párosuló szorgalommal, hosszú idő alatt, nehéz gyakorlatokkal lehet elsajátítani. Ehhez viszonyítva a géppel segített képalkotás gyors, eredménye látványos, ezért úgy tűnik, nem igényel különösebb szakértelmet. Aki dolgozott már képalkotó programmal, természetesen tudja, hogy

ez nem így van. Az viszont tagadhatatlan, hogy az alkotás a virtuális térben elveszti évezredek óta nagy becsben tartott manualitását, sajátos kézműves-értékét. Előtérbe kerül a művészi és a tervezői gondolat, amely többször kollektív, mint egyéni. Az új alkotó módszerek nehezen nyernek teret az egyéni fejlesztésre összpontosító, hagyományos művészetpedagógiában (*Bryant, 2010*).

A digitális műfajok népszerűek a fiatalok között, és ha az iskolában nem férnek

előtérbe kerül a művészi és a tervezői gondolat, amely többször kollektív, mint egyéni

hozzájuk, akkor szabadidejükben egymástól tanulják. A fiatalok a médianyelvet nemcsak nézőként, hanem alkotókként is elsajátítva megtanulják, mit hogyan „szokás”, és a megszokotthoz képest

még hogyan „lehet” ábrázolni (*Klima, 2019*). A filmekből, fotókból, rajzokból személyek, dolgok és eseménysorok hatásos megjelenítését, kompozíciós szerkezetek sokaságát sajátítják el. Rajzi kliséket is átvesznek, de lényegesen kevesebbet, mint várható volna. A kortárs kommunikáció képaradata hatására gazdagodik, bővül, s nem veszít értékéből a gyermekek vizuális nyelve (*Stockroki, 2014*).

2009–2016 között nemzetközi kutatócsoport vizsgálta öt nagyváros: Amsterdam, Budapest, Chicago, Helsinki és Montreal vizuáliskultúra-tanuló közösségeit (*visual culture learning communities*). A kutatás a kulturális antropológia és a művészetszociológia eszköztárát alkalmazva, fókuszcsoportos interjúkkal, kérdőívekkel, a közösségi alkotások elemzésével és a csoportműködés részt vevő megfigyelőként való elemzésével vizsgálták, hogyan zajlik a közösségi alkotás és mentorálás. Az eredmény: a csoportos problémamegoldó gondolkodás mellett a vizuális kifejezés alapvetően fontos képességeit: a komponá-

lást, a szimbólumalkotást és -értelmezést, a kiemelést és érzelm kifejezést fejlesztik a vizuális kultúrát egymástól tanuló csoportok (Kárpáti és mtsai, 2016).

Mi történik a kézírással, ha kizárólag géppel írunk? A sokakat foglalkoztató kérdést a vizuális kifejezésre lefordítva: várható-e a hagyományos képkalkotás elsorvadása, ha majd kizárólag gépekkel „rajzolunk”? Az elmúlt években tizenkét óvodai csoportban és nyolc általános iskolai osztályban, 2,5–10 éves korosztályokban vizsgáltuk a képkalkotó nyelv színvonalát. A gyerekek hagyományos eszközökkel

(zsírkréta, ceruza, filctoll) és digitális módszerekkel (rajz interaktív táblán és tableten) rajzolták meg ugyanazt a három témát, majd elmondták, milyen kihívásokat jelentett és mennyire volt sikeres az

ábrázolás. A rajzok és interjúk elemzésével hasonló eredményre jutottunk a korosztályi skála mindkét végénél: a digitális médium nem okozott gondot, már az óvodások is ugyanolyan szívesen és könnyen használták, mint a hagyományos rajzeszközöket. A médium sajátosságai érvényesültek az alkotásokon, de nem befolyásolták a színvonalat: aki ügyesen és kifejezően rajzolt ceruzával, hasonlóan jól boldogult a digitális eszközökkel is. Lényeges eredménye a vizsgálatnak, hogy egyre több és sokrétűbb képi üzenetet közvetítő korunkban a vizuális kultúra elsajátítása hosszabb és jól célzott fejlesztést igényel, mint korábban, amikor a legtöbb ember számára a rajzolás-festés kedves szabadidős tevékenység volt csupán. A spontán fejlődés, az ösztönös képkalkotás már nem elég a kortárs vizuális információk megértéséhez, és előállításukhoz sem (Gaul-Ács és Kárpáti, 2018). Erre a felismerésre alapul az MTA–ELTE Vizuális Kultúra Szakmódszertani Kutatócsoportja

aki ügyesen és kifejezően
rajzolt ceruzával, hasonlóan
jól boldogult a digitális
eszközökkel is

Moholy Nagy László Vizuális Modulok című tananyaga, melyben a digitális képkalkotás szinte minden képkalkotó témakörben jelen van (Orosz és mtsai, 2018).

A képkalkotás új technikái a rajztanár és az informatikatanár összehangolt munkájával sajátíthatók el a leghatásosabban. Sokáig úgy gondoltuk, hogy a számítógép trójai faló, amely „bekódolva” rejt egy, a hagyományos képi értékekre támadó, gépi kultúrát. A közösségi médiaesztétika: a harsány színek, nyugtalan ritmusú kompozíció, egymás hatását kioltó kiemelések és a popkultúra motívumvilága sok rajz-

tanárban ellenszenvet
ébresztett. Kezdetben
tényleg olcsó, gépies,
ismétlődő megoldások
voltak ezek, de ma már a
testre szabható, igényes
felhasználói felületeken
alakítható, változatos

művek készíthetők. A pedagógia feladata: *a vizuális kultúra klasszikus értékeit beépíteni a fiatalok digitálismédia-nyelvébe*, hogy képkalkotó, tárgytervező, térrendező munkájukban segítség, ne pedig korlát legyen az új eszköztár.

KONKLÚZIÓ

Az oktatás perspektívájából feltéve a kérdést: várható-e a hagyományos, a pedagógus jelenlétét igénylő oktatás megszűnése, ha technológiai eszközök segítségével tanulunk, tanítunk? A válasz egyértelműen az, hogy nem. A kutatási eredmények szerint a digitális médium használata már kisiskolás, sőt óvodás korban sem okoz gondot. A kreativitás manifestációját jelentő alkotások kapcsán érvényesülnek a médium sajátosságai, azonban ez utóbbinak nincs automatikus

hatása az alkotás színvonalára. Az oktatás perspektívájából nézve középfokon és a felsőoktatásban akár nagyobb szerepet is kaphat a közvetlen tanári közreműködés nélküli tanulás, ugyanakkor óvodában és az iskola kezdő szakaszaiban a pedagógus állandó személyes jelenléte még elengedhetetlen (Molnár és Csapó, 2019a).

Összességében megállapítható, hogy a technológia oktatásba történő bevonása csak akkor járul hozzá hatékonyan az oktatás fejlesztéséhez, ha nem a megjelenő technikákhoz keressük a felhasználás lehetőségeit, azaz nem a technológia léte a cél, hanem hogy az oktatásban jelentkező problémák hatékony megoldására alkalmazzuk. Például a tanárok számára a diákok között fennálló jelentős különbség kezelése jelenti az egyik legnagyobb kihívást, azaz annak a problémának a megoldása, hogy „miképpen tudják az alapvetően osztálykeretben folyó tevékenységet minden egyes diák számára hatékonytá tenni, miképpen lehet minden tanulót a saját igényeinek megfelelően fejleszteni” (Molnár és Csapó, 2019a). A személyre szabott tanulás biztosításának egy hatékony eszköze lehet a technológia.

A „tanítás” a 21. században valóban a tanulás elősegítését kell, hogy jelentse, amelyben a tanulók aktív résztvevői a

kollaboratív tudásepítésnek, modellezve saját új világukat a technológia lehetőségeinek újragondolásával, kreatív alkotási folyamaton keresztül értelmezve saját elgondolásaikat. Ezt a folyamatot kell a közoktatásnak és a tanárképzésnek elősegítenie ma, hogy a holnap a felnövekvő generáció számára értő módon fejleszthetővé váljon, élhető legyen.

A technológiai integráció és a diákok vonatkozó képességeinek fejlesztése a pedagógusok összehangolt, alapvetően megosztáson alapuló munkájával lehetséges a leghatásosabban. A számítógép, a technológia nem trójai faló, amely teljes mértékben helyettesíti a pedagógust, vagy amely „kódolva” rejt egy, a hagyományos értékekre támadó kultúrát, hanem egy lehetőség, egy eszköz, amely segítségével megvalósítható a személyre szabható, változatos pedagógiai és motivációs eszközöket alkalmazó, minőségileg új szinten definiálható iskola, ahol összeér és egymással szoros kölcsönhatásban van a formális és informális tanulási tér, közösség.

Köszönetnyilvánítás: A tanulmány megírását az OTKA K115497, az EFOP 3.4.3 és 3.2.15 projekt, valamint az MTA ELTE Vizuális Kultúra Szakmódszertani Kutatócsoport támogatta.

modellezve saját új világukat a technológia lehetőségeinek újragondolásával

IRODALOM

- Abonyi-Tóth Andor (2018): A micro:bitek felhasználási lehetőségei az oktatásban. In: Zsakó László és Szlávi Péter (szerk.): *INFODIDACT 2018: Informatika Szakmódszertani Konferencia*. Webdidaktika Alapítvány, Zamárdi. Letöltés: <http://konferenciak.inf.elte.hu/infodidact/InfoDidact18/Manuscripts/ATA.pdf> (2019. 11. 18.)
- Adesope, O. O. és Rud, A. G. (2019): Maximizing the affordances of contemporary technologies in education: Promises and possibilities. In: Uők (szerk.): *Contemporary technologies in education*. Springer Nature, Cham. 1–16.
- Blais, J. és Ippolito, J. (2006): *At the edge of art*. Thames & Hudson, London.

- Bryant, C. (2010): A 21st century art room: the remix of creativity and technology. *Art Education*, **63**. 2. sz., 43–48. doi: 10.1080/00043125.2010.11519061
- Çirali, H. és Koçak Usluel, Y. (2015): The effect of digital storytelling on visual memory and writing skills. *Computers & Education*, **94**. 3. sz., 298–309. Letöltés: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.016> (2019. 10. 11.)
- Csapó, B. (2010): Goals of learning and the organization of knowledge. In: Klieme, E., Leutner, D. és Kenk, M. (szerk.): *Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes*. 56. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik. Beltz, Weinheim. 12–27.
- Csapó, B. és Molnár, G. (2019): Online diagnostic assessment in support of personalized teaching and learning: The eDia system. *Frontiers in Psychology*, **10**. 1522. sz. Letöltés: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01522> (2019. 10. 11.)
- U.S. Department of Education (é. n.): *EETT – Enhancing education through technology*. Letöltés: <https://www2.ed.gov/programs/edtech/index.html> (2019. 11. 18.)
- European Comission (2013): *Survey of Schools: ICT in education. Benchmarking access, use and attitudes to technology in Europe's schools. Final report*. Letöltés: <https://ec.europa.eu/digital-agenda/sites/digital-agenda/files/KK-31-13-401-EN-N.pdf>. (2019. 11. 18.)
- Gaul-Ács Ágnes és Kárpáti Andrea (2018): Óvodás gyermekrajzok vizsgálata a Három Narratív Rajz képalkotó feladatsorral. *Magyar Pedagógia*, **118**. 3.sz., 279–306. Letöltés: <https://doi.org/10.17670/MPed.2018.3.279> (2019. 10. 11.)
- Hunya Márta (2011): *Az eLEMÉR keretrendszerről*. Letöltés: <http://ikt.ofi.hu/ikt-onertekelo-keretrendszet/keretrendszerről> (2019. 11. 18.)
- Hunya Márta (2013): *IKT-felmérés az európai iskolákban*. Letöltés: http://essie.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=1d49031b-7457-4c46-b49a-c8923a26c3f9&groupId=21279 (2019. 11. 18.)
- Hunya Márta (2015): *eLEMÉRÉS 2011–2015. Háttér tanulmány*. Letöltés: http://ofi.hu/sites/default/files/attachments/elemeres_2015.pdf (2019. 11. 18.)
- Hunya Márta, Dancsó Tünde és Tartsayné Németh Nóra (2006): Informatikai eszközök használata a tanítási órákon. *Új Pedagógiai Szemle*, **56**. 7–8. sz. Letöltés: <http://epa.oszk.hu/00000/00035/00105/2006-07-in-Tobbek-Informatikai.html> (2019. 11. 18.)
- International Telecommunication Union [ITU] (2017): *Measuring the information society. Report*. Letöltés: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2017/MISR2017_Volume1.pdf (2019. 11. 18.)
- Kalas, I. (2012): *Recognizing the potential of ICT in early childhood education*. UNESCO IITE. Letöltés: <https://iite.unesco.org/pics/publications/en/files/3214673.pdf> (2019. 11. 18.)
- Kalas, I. (2018): Programming in lower primary years – Design principles and powerful ideas. In: J. Dagiené (szerk.): *Proceedings of Constructionism Conference*. 71–80. Letöltés: http://www.constructionism2018.fsf.vu.lt/file/repository/Proceeding_2018_Constructionism.pdf (2019. 11. 18.)
- Kárpáti, A., Freedman, K., Heijnen, E., Kallio-Tavin, M. és Castro, J. C. (2016): Collaboration in visual culture learning communities: Towards a synergy of individual and collective creative practice. *International Journal of Art & Design Education*, **36**. 2. sz., 164–175. Letöltés: <https://doi.org/10.1111/jade.12099> (2019. 10. 11.)
- Klima Gábor (2019): Képi kommunikáció, állókép az oktatásban: fotográfiai műfajok, technikák. In: Kárpáti Andrea (szerk.): *Vizuális kommunikáció az oktatásban*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. Megjelenés alatt.
- McLean, K. J. (2016): The implementation of bring your own device (BYOD) in primary [elementary] schools. *Frontiers in Psychology*, **7**. 1739. sz. Letöltés: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01739> (2019. 10. 11.)
- Molnár Gyöngyvér (2011): Az információs-kommunikációs technológiák hatása a tanulásra és oktatásra. *Magyar Tudomány*, **172**. 9. sz., 1038–1047. o. (2019. 10. 11.)
- Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő (2019a): A diagnosztikus mérési rendszer technológiai keretei: Az eDia online platform. *Iskolakultúra*, **29**. 4–5. sz., 16–32. Letöltés: <https://doi.org/10.14232/ISKKULT.2019.4-5.16>
- Molnár, G. és Csapó, B. (2019b): How to make learning visible through technology: The eDia-online diagnostic assessment system. In: Lane, H., Zvacek, S. és Uhomoibhi, J. (szerk.), *CSEDU 2019. Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education. Volume 2*. Scitepress, Heraklion, Crete. 122–131.

- Molnár, G. és Csapó, B. (2019c): Making the psychological dimension of learning visible: Using technology-based assessment to monitor students' cognitive development. *Frontiers in Psychology*, **10**, 1368. sz. Letöltés: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.0136> (2019. 10. 11.)
- Molnár, G. (2007): New ICT tools in education – Classroom of the future project. In: Solesa, D. (szerk.): *The fourth international conference on informatics, educational technology and new media in education*. A. D., Novi Sad. 332–339.
- Molnár Gyöngyvér (2019): Nőtt az egyetemi tanulmányaikat kezdő diákok tanulási potenciálja és problémamegoldó képessége: években mérhető különbségek a diákok között. *Iskolakultúra*, **29**, 1. sz., 3–16.
- Molnár, G., Greiff, S. és Csapó, B. (2013): Inductive reasoning, domain specific and complex problem solving: relations and development. *Thinking skills and Creativity*, **9**, 8. sz., 35–45.
- Molnár Gyöngyvér és Kárpáti Andrea (2012): Informatikai műveltség. In: Csapó Benő (szerk.): *Mérlegen a magyar iskola*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 441–476.
- Molnár Gyöngyvér és Magyar Andrea (2015): A számítógép alapú tesztelés elfogadottsága pedagógusok és diákok körében. *Magyar Pedagógia*, **115**, 1. sz., 49–66.
- Molnár Gyöngyvér és Pásztor-Kovács Anita (2015): A számítógépes vizsgáztatás infrastrukturális kérdései: az iskolák eszközparkjának helyzete és a változás tendenciái. *Iskolakultúra*, **25**, 4. sz., 49–61.
- Molnár, G. Pásztor, A., & Csapó, B. (2019): The eLea online training platform. In Molnár, E. K. & Dancs, K. (szerk.): *XVII. Pedagógiai Értékelési Konferencia – 17th Conference on Educational Assessment. Program és összefoglalók – Programme and abstracts*. Szegedi Tudományegyetem, Szeged. 64.
- Molnár Gyöngyvér, Turcsányi-Szabó Márta és Kárpáti Andrea (2019): Digitális forradalom az oktatásban – perspektívák és dilemmák. *Magyar Tudomány*. Megjelenés alatt.
- OECD (2010a): *Are the new millennium learners making the grade? Technology use and educational performance in PISA 2006*. Letöltés: <http://www.oecd.org/edu/ceri/45053490.pdf> (2019. 11. 18.)
- OECD (2010b): *PISA 2009 results: What students know and can do – Student performance in reading, mathematics and science*. Letöltés: <http://www.oecd.org/dataoecd/10/61/48852548.pdf> (2019. 11. 18.)
- OECD (2013): *PISA 2012 Results: What makes schools successful? Resources, policies and practices (Volume IV)*. OECD, Paris.
- OECD (2018): *The future of education and skills. Education 2030. OECD*. Letöltés: [https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf) (2019. 11. 18.)
- Orosz Csaba, Havasi Tamás, Gaul Emil és Tóth Tibor (2018): Digitális kultúra a kortárs képzőművészetben és a művészetpedagógiában. *Iskolakultúra*, **28**, 1–2. sz., 63–89. Letöltés: <https://doi.org/10.17543/ISKKULT.2018.1-2.63> (2019. 10. 11.)
- Overby, A., és Jones, B. L. (2015): Virtual LEGOs: Incorporating Minecraft into the art education curriculum. *Art Education*, **68**, 1. sz., 21–27. Letöltés: <https://doi.org/10.1080/00043125.2015.11519302> (2019. 10. 11.)
- Pelgrum, W. J. (2004): What can international assessments contribute to help fight low achievement? In: A. Kárpáti (szerk.): *Promoting equity through ICT in Education*. OECD, Paris, Budapest. 56–69.
- Pluhár, Zs. és Gellér, B. (2018): International informatics challenge in Hungary. In: Auer, M. E., Guralnick, D. és Simonics, I. (szerk.): *Teaching and learning in a digital world: Proceedings of the 20th International Conference on Interactive Collaborative Learning*. Springer, Chem. 425–435.
- Rimányi, Z. (2016): Digitális hátizsákkal az iskolában: A Jászfényszaru Samsung SMART School programja. *Új Köznevelés*, **71**, 5–6. sz. Letöltés: <http://folyoiratok.ofi.hu/uj-kozneveles/digitalis-hatizsakkal-az-iskolaban> (2019. 11. 18.)
- Stokrocki, M. (szerk., 2014). *Explorations in virtual worlds: New digital multi-literacy investigations for art education*. National Art Education Association (NAEA), Reston, VA.
- Taylor, P. és Carpenter, S. B. (2007): Hypermediated art criticism. *The Journal of Aesthetic Education*, **41**, 3. sz., 1–24.
- Turcsányi-Szabó, M. (2006): Blending projects serving public education into teacher training. In: Kumar, D. és Turner, J. (szerk.): *Education for the 21st Century – Impact of ICT and digital resources*. Springer-Verlag, New York. 235–244.

Turcsányi-Szabó Márta, Bedő Andrea és Pluhár Zsuzsa (2006): Case study of a TeaM challenge game–e-PBL revisited. *Education and Information technologies*, **11**. 3–4. sz., 341–355.

Turcsányi-Szabó Márta (2011): Fenntartható innováció a tanárképzésben – az elmélettől a gyakorlatig. *Oktatás-Informatika*. 3–4. sz., 32–44. Letöltés: http://www.eltereader.hu/media/2013/05/Okt_Inf_2011_3_4_opt.pdf (2019. 11. 18.)

Wastiau, P., Blamire, R., Kearney, C., Quittre, V., Van der Gaer, R. és Monseur, C. (2013): The use of ICT in education: A survey of schools in Europe. *European Journal of Education*, **48**. 1. sz., 11–27.

World Economic Forum (2016): *The future of jobs. Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution*. Letöltés: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf (2019. 11. 18.)

